

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



BEST AVAILABLE COPY

## Bescheinigung

Die WABCO GmbH & Co OHG in Hannover/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Antriebsschlupfregelung"

am 22. Juli 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole B 60 K und B 60 T der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 9. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 34 376.4

Welhmayr

Hannover, 21.07.1999

WP 13/99, Ahrens/Ka

(EM 2505)

2505\_3.DOC

## Verfahren zur Antriebsschlupfregelung

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung des Antriebsschlupfes bei einem Fahrzeug mit Hinterradantrieb gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Heutige Fahrzeuge sind zu einem großen Teil mit einem Antiblockiersystem (ABS) sowie mit einer Antriebsschlupfregelung (ASR) ausgerüstet. Das ABS/ASR kann dabei Teil einer konventionellen Bremsanlage oder aber auch Teil eines elektronischen Bremssystems (EBS) sein.

ABS/ASR-Systeme haben die Aufgabe, beim Bremsen oder beim Anfahren des Fahrzeugs ein Blockieren bzw. Durchdrehen der Räder zu verhindern, und hierzu den jeweiligen Schlupf der Räder (beim ASR nur der Antriebsräder) auf einen optimalen Sollwert einzuregeln. Dieser kann z. B. bei etwa 10 Prozent liegen. Hierzu werden die Raddrehzahlen des Fahrzeugs mit Drehzahlsensoren erfaßt, diese Werte einer Elektronik zugeführt und dort mit Hilfe von entsprechend programmierten Mikroprozessoren verarbeitet. Das System gibt Ausgangssignale ab, die Magnetventilen zugeführt werden, um diejenigen Räder

der, die zum Blockieren oder zum Durchdrehen neigen, zu beeinflussen.

Ein bekanntes ASR-System bremst dasjenige Antriebsrad, welches durchdreht, ab. Hierdurch wird über das Achs-Differential ein Drehmoment zum anderen Rad übertragen. Sollten jedoch beide Antriebsräder durchdrehen, wird in die Motorsteuerung eingegriffen und zusätzlich die Motordrehzahl bzw. -leistung gegen die Vorgabe des Fahrers herabgesetzt. Eine genauere Beschreibung eines solchen bekannten ABS/ASR-Systems ist beispielsweise im WABCO-Prospekt "Das integrierte Sicherheitssystem für Nutzfahrzeuge, Anti-Blockier-System ABS mit Antriebs-Schlupf-Regelung ASR", März 1987, 5 - 5.3, enthalten.

Ein für Antriebsschlupfregelsysteme (ASR) besonders schwieriger Betriebszustand ist das Anfahren und Weiterfahren in schwerem Gelände, wie z. B. Tiefschnee oder Matsch. Dabei kann es vorkommen, daß die herabgesetzte Motorleistung nicht mehr ausreicht, das Fahrzeug anzutreiben.

Es ist denkbar, bei solchen Zuständen den ASR-Sollwert, also den Schlupf der Antriebsräder, durch Betätigen eines Tasters zu erhöhen ("ASR-Taster").

Weiter ist hierzu bereits bekannt (DE-A1 196 03 677), den Antriebsschlupf-Sollwert automatisch an verschiedene Fahrbahnzustände und Kraftschlußbeiwerte anzupassen. Insbesondere soll dabei auf Straßen mit hohem Reibwert der ASR-Sollwert erhöht werden, weil dadurch die Beschleunigung des Fahrzeugs erhöht werden kann.

Bei dem bekannten Verfahren wird der ASR-Sollwert beim Auftreten von typischen Schwingungen der Radgeschwindigkeiten (Raddynamik) der Räder der Antriebsachse erhöht. Hierzu ist eine Funktion vorgesehen, die hochfrequente Schwingungen mit kleiner Amplitude erkennt, wobei die Radbeschleunigungen der Antriebsräder ausgewertet werden. Ein Hinweis auf die obengenannten extremen Fahrbahnbedingungen findet sich hier aber nicht. Mit dem bekannten Verfahren kann der ASR-Sollwert z. B. zwischen ca. 5 % bis 20 % variiert werden, wobei die hohen Werte zu griffigen Straßenoberflächen gehören.

Nachteilig an der o. g. bekannten Lösung ist, daß die erwähnten hochfrequenten Schwingungen der Antriebsräder, insbesondere bei Fahrzeugen mit hoher Eigendynamik der Antriebsachse, wie z. B. bei Fahrzeugen mit Steckachsen, unter Umständen auch von selbst auftreten können und damit der ASR-Sollwert ungünstig beeinflusst werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verbesserung der Traktion eines Fahrzeugs bei Fahrten im Tiefschnee und anderen schweren Geländearten anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 enthaltene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Weiterbildungen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen erreicht man eine zuverlässige Anhebung des Antriebsschlupf-Sollwertes bei Fahrten durch Tiefschnee oder schweres Gelände, und

zwar unabhängig vom Fahrzeug- und Achsentyp sowie vom Beladungszustand. Sobald die genannten schwierigen Geländearten nicht mehr vorliegen, wird der ASR-Sollwert automatisch wieder auf den normalen Wert herabgesetzt. Wie Versuchsfahrten ergeben haben, wird durch den erhöhten ASR-Schlupf der Antriebsräder bei den genannten schwierigen Fahrbedingungen sowohl die Traktion als auch die zur Verfügung stehende Motorleistung ausreichend erhöht.

Durch die erfindungsgemäße selbständige Erkennung der Fahrbahnverhältnisse und die entsprechende Anpassung der ASR-Regelung ist ein zusätzlicher Regeleingriff durch den Fahrer, beispielsweise durch Betätigung eines ASR-Tasters, im allgemeinen überflüssig. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann eine verbesserte Fahrzeugstabilität erreicht und aufrechterhalten werden.

Zur Erkennung der obengenannten schwierigen Geländearten wird gemäß der Erfindung die Raddynamik der Räder, und zwar nicht der Hinterachse wie beim Stand der Technik, sondern der Vorderachse beobachtet. Wie sich durch genaue Auswertung der Vorderradbeschleunigungen bei Versuchsfahrten gezeigt hat, ergibt sich insbesondere bei Fahrten durch Tiefschnee (Schneehöhe >10 cm) eine erhöhte Raddynamik der Vorderräder. Dies ist so zu erklären, daß sich bei Tiefschneefahrten wiederholt kurzzeitig Schneekeile vor den Vorderrädern aufbauen, welche anschließend zusammengedrückt und überfahren werden. Dies ist die Ursache für die obengenannte erhöhte Raddynamik, welche als Kriterium für die erfindungsgemäße Sollschlupferhöhung verwendet wird.

Die Erfindung wird im folgenden bei einem Ausführungsbeispiel anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Diese zeigt in

Fig. 1 ein Fahrzeug bei einer Fahrt im Tiefschnee, in

Fig. 2 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen ABS/ASR-Systems, und in

Fig. 3 ein Flußdiagramm für das erfindungsgemäße Verfahren.

Gemäß Fig. 1 befindet sich ein Fahrzeug mit angetriebener Hinterachse (1) sowie nicht angetriebener Vorderachse (2) auf einer Fahrt durch Tiefschnee. Die Schneehöhe (3) beträgt etwa 20 cm. Der Schnee möge bereits verfestigt sein. Bei diesem Fahrzustand kann es leicht vorkommen, insbesondere bei einer Steigung, daß die Räder der Hinterachse (1) zum Durchdrehen neigen, und deshalb das im Fahrzeug eingebaute ASR-System durch Bremsung des durchdrehenden Rades bzw. durch Herabsetzung der Motorleistung in Aktion tritt.

Das genannte ABS/ASR-System ist in der Fig. 2 als Blockschaltbild schematisch dargestellt. Die Drehzahlen der Räder (4, 5) der Hinterachse (1) werden mittels Drehzahl-Sensoren (8, 9) abgefühlt. Entsprechend werden die Räder (6, 7) der Vorderachse (2) mittels Drehzahl-sensoren (10, 11) abgefühlt. Die Drehzahl-signale aller

vier Räder werden der ABS/ASR-Elektronik (12) zugeführt. Da der grundsätzliche Aufbau derartiger Elektroniken dem Fachmann bekannt ist, wird auf den inneren Aufbau der Elektronik (12) nicht näher eingegangen (siehe z. B. den obengenannten WABCO-Prospekt).

Die Drehzahlinformationen der vier Räder werden innerhalb der Elektronik (12) zu Ansteuersignalen für Magnetventile (13 bis 16) verarbeitet. Diese Ventile sind in die Bremsleitungen der einzelnen Räder eingesetzt und dienen dazu, die Bremswirkung entweder herabzusetzen (bei ABS-Betrieb) oder Bremskräfte auf einzelne durchdrehenden Hinterräder aufzubringen (bei ASR-Betrieb).

Beim hier behandelten ASR-Betrieb wird der Bremszylinder des zum Durchdrehen neigenden Rades (4 oder 5) der Hinterachse (1) bzw. der Antriebsachse mit Bremsdruck beaufschlagt und dieses Rad somit verlangsamt. Der Schlupf des durchdrehenden Rades wird dann durch die ASR-Elektronik auf einen von der Straßenbeschaffenheit abhängenden Sollwert eingeregelt. Über das Differentialgetriebe der Hinterachse wird in bekannter Weise so ein erhöhtes Drehmoment auf das nicht durchdrehende Antriebsrad übergeleitet.

Falls das durchdrehende Rad eine Drehzahlgrenze übertrifft oder beide Antriebsräder durchdrehen, wird über ein Betätigungsglied (17), welches am Gas-Gestänge angreift, die Motorleistung entgegen der Fahrer-Vorgabe herabgesetzt.

Gemäß der Erfindung hat nun die ABS/ASR-Elektronik (12) einen zusätzlichen Schaltungsteil bzw. einen zusätzlichen Programmteil der enthaltenen Mikroprozessoren, welcher bewirkt, daß zusätzlich die Raddynamik der Räder (6, 7) der Vorderachse (2) untersucht wird. Dies erfolgt zweckmäßig dadurch, daß die Vorderrad-Beschleunigungen ausgewertet werden. Wenn die Differenz der beiden Vorderradbeschleunigungen zueinander einen Grenzwert überschreitet, wird gemäß der Erfindung innerhalb der Elektronik (12) der normale Antriebs-schlupf-Sollwert heraufgesetzt. Der heraufgesetzte ASR-Sollwert kann je nach Fahrzeuggeschwindigkeit bis zu 50 % über dem normalen Wert liegen. Hierdurch wird, wie oben beschrieben, ein sicheres Fahren bei erhöhter Motorleistung im Tiefschnee oder anderen schwierigen Geländearten ermöglicht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird die beschriebene Anhebung nur dann durchgeführt, wenn an den Antriebsrädern (4, 5) der Hinterachse (1) keine hochdynamischen Torsions-Schwingungen mit einer typischen Frequenz von 5 - 8 Hz auftreten. Diese werden dadurch erkannt, daß die mittleren Radbeschleunigungen der Räder der Hinterachse einen Grenzwert überschreiten. Wie sich nämlich gezeigt hat, können sich solche Schwingungen der Antriebsräder auf die Vorderräder übertragen und dadurch die erfindungsgemäße Erfassung der Raddynamik der Vorderräder verfälschen. Hierdurch wird eine unnötige Änderung des Antriebsschlupf-Sollwertes vermieden.



Zweckmäßig ist weiter, die erfindungsgemäße Anhebung des Antriebsschlupf-Sollwertes nur dann vorzunehmen, wenn sich das Fahrzeug nicht in einer Kurvenfahrt befindet. Durch diese Maßnahme wird die Fahrstabilität erhöht. Es wird also in diesem Fall der Fahrstabilität gegenüber der Traktion der Vorzug gegeben. Eine Kurvenfahrt läßt sich z. B. durch Vergleich der Radgeschwindigkeiten erkennen.

Zweckmäßig ist weiter, daß die erfindungsgemäße Anhebung des Antriebsschlupf-Sollwertes in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit begrenzt wird. Diese Maßnahme dient ebenfalls der Fahrstabilität und Fahrsicherheit.

Schließlich kann der Gradient, mit dem der ASR-Sollwert erhöht wird, in Abhängigkeit von verschiedenen Kriterien veränderbar sein. Diese Kriterien können z. B. die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, die Fahrzeugbeschleunigung oder die Stellung des Fahrpedals sein.

Durch eine solche Erhöhung des Gradienten kann im Bedarfsfall die Traktion noch schneller verbessert werden.

In der Fig. 3 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung des Antriebsschlupfes als Flußdiagramm dargestellt. Dieses wird von in der ABS-ASR-Elektronik (12) enthaltenen Mikrocontrollern als Zusatzprogramm zyklisch abgearbeitet, solange das Fahrzeug im ASR-Betrieb fährt.

Nach dem Start (20) des Unterprogramms wird in einem Verzweigungsblock (21) geprüft, ob die Differenz der Vorderradbeschleunigungen größer als ein Sollwert (A) ist.

Falls dies der Fall ist, wird in einem weiteren Verzweigungsblock (22) geprüft, ob die Dynamik der Antriebsradgeschwindigkeiten kleiner als ein Schwellwert (B) ist.

Falls dies der Fall ist, wird im nächsten Verzweigungsblock (23) geprüft, ob keine Kurvenfahrt vorliegt.

Falls dies bejaht wird, wird in einem weiteren Verzweigungsblock (24) geprüft, ob die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit noch nicht erreicht ist.

Falls dies bejaht wird, wird in einem weiteren Verzweigungsblock (25) geprüft, ob ein zulässiger Maximalwert des Antriebsschlupf-Sollwertes noch nicht erreicht ist.

Falls dies der Fall ist, wird in einem Datentransferblock (26) erfindungsgemäß der Antriebsschlupf-Sollwert erhöht. Anschließend endet das Programm (27).

Falls das Ergebnis einer der Verzweigungsblöcke (21 bis 24) ein "Nein" ist, wird in einem Verzweigungsblock (28) geprüft, ob der Minimalwert des Antriebsschlupf-Sollwertes noch nicht erreicht ist.

Falls dies bejaht wird, wird in einem Datentransferblock (29) der Antriebsschlupf-Sollwert reduziert. Anschließend wird das Programm beendet (27).

Falls das Ergebnis der Verzweigungsblöcke (25) oder (28) negativ ist, wird ebenfalls das Programm beendet (27).

Das erfindungsgemäße Verfahren ist natürlich auch bei einem Fahrzeug mit Allradantrieb anwendbar, bei dem der Vorderradantrieb abschaltbar ist, sofern und solange dies der Fall ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Antriebsschlupfes (ASR) bei einem Fahrzeug mit Hinterrad-Antrieb, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert der Räder (4, 5) der Antriebsachse (1) angehoben wird, solange die Raddynamik der Räder (6, 7) der Vorderachse (2) einen Schwellwert übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung der erhöhten Raddynamik die Vorderrad-Beschleunigungen ausgewertet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert angehoben wird, solange die Differenz der Vorderrad-Beschleunigungen einen Grenzwert überschreitet.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung nur dann erfolgt, wenn an den Antriebsrädern (4, 5) keine hochdynamischen Schwingungen auftreten.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung nur dann erfolgt, wenn sich das Fahrzeug nicht in einer Kurvenfahrt befindet.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit begrenzt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gradient, mit dem der ASR-Sollwert erhöht wird, in Abhängigkeit von bestimmten Kriterien, wie aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeugbeschleunigung und Fahrpedalstellung, veränderbar ist.

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Regelung des Antriebsschlupfes bei einem Fahrzeug mit Hinterrad-Antrieb vorgeschlagen. Zur Erhöhung der Antriebskraft insbesondere bei Fahrten in tiefem Gelände oder in Tiefschnee wird der Antriebsschlupf-Sollwert der Räder der Antriebsachse (1) angehoben, solange die Räder der Vorderachse (2) eine erhöhte Raddynamik aufweisen.

Das Verfahren ist insbesondere anwendbar bei Nutzfahrzeugen, Bussen oder Geländefahrzeugen mit einem ABS/ASR-System.

Hierzu Zeichnung, Fig. 2.

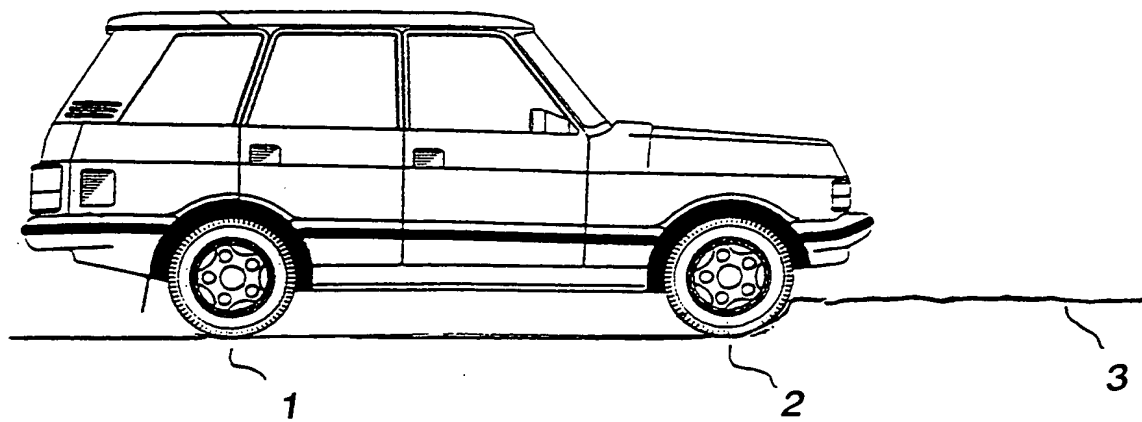


Fig. 1

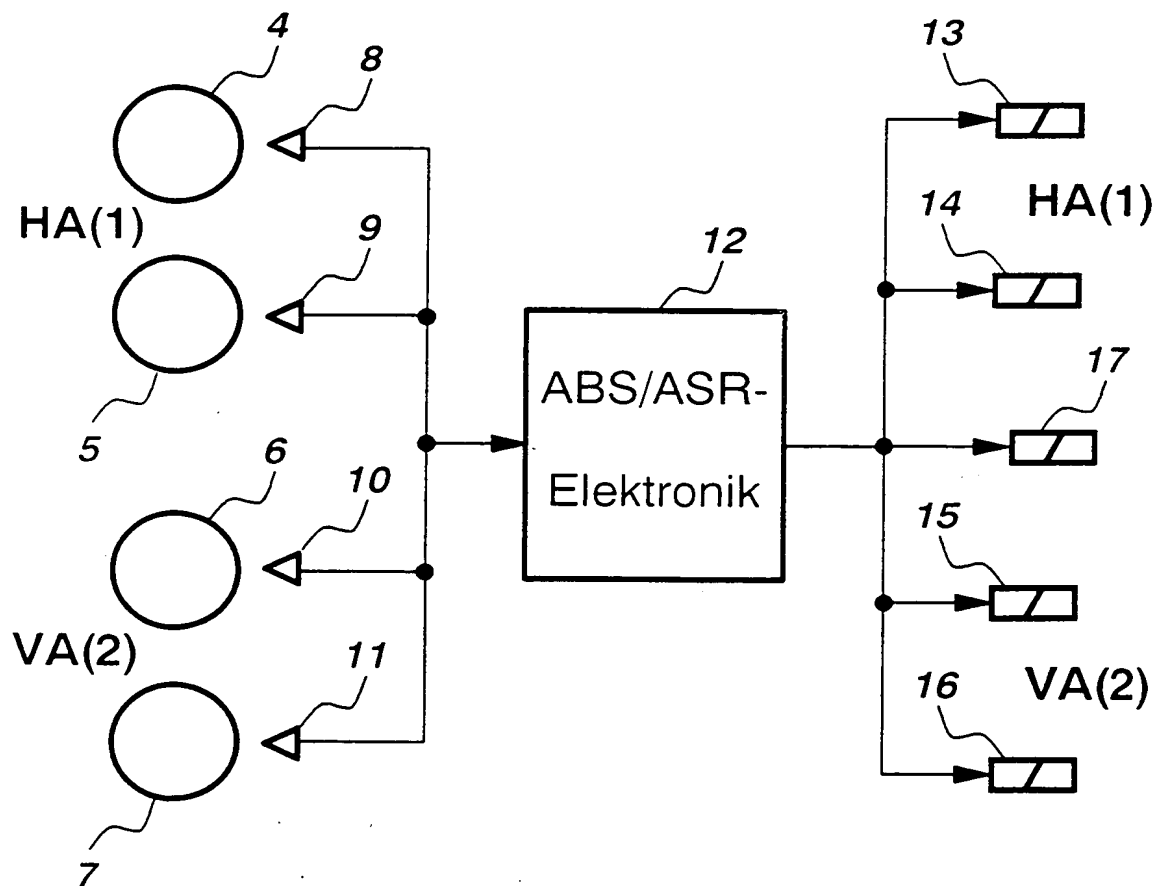


Fig. 2

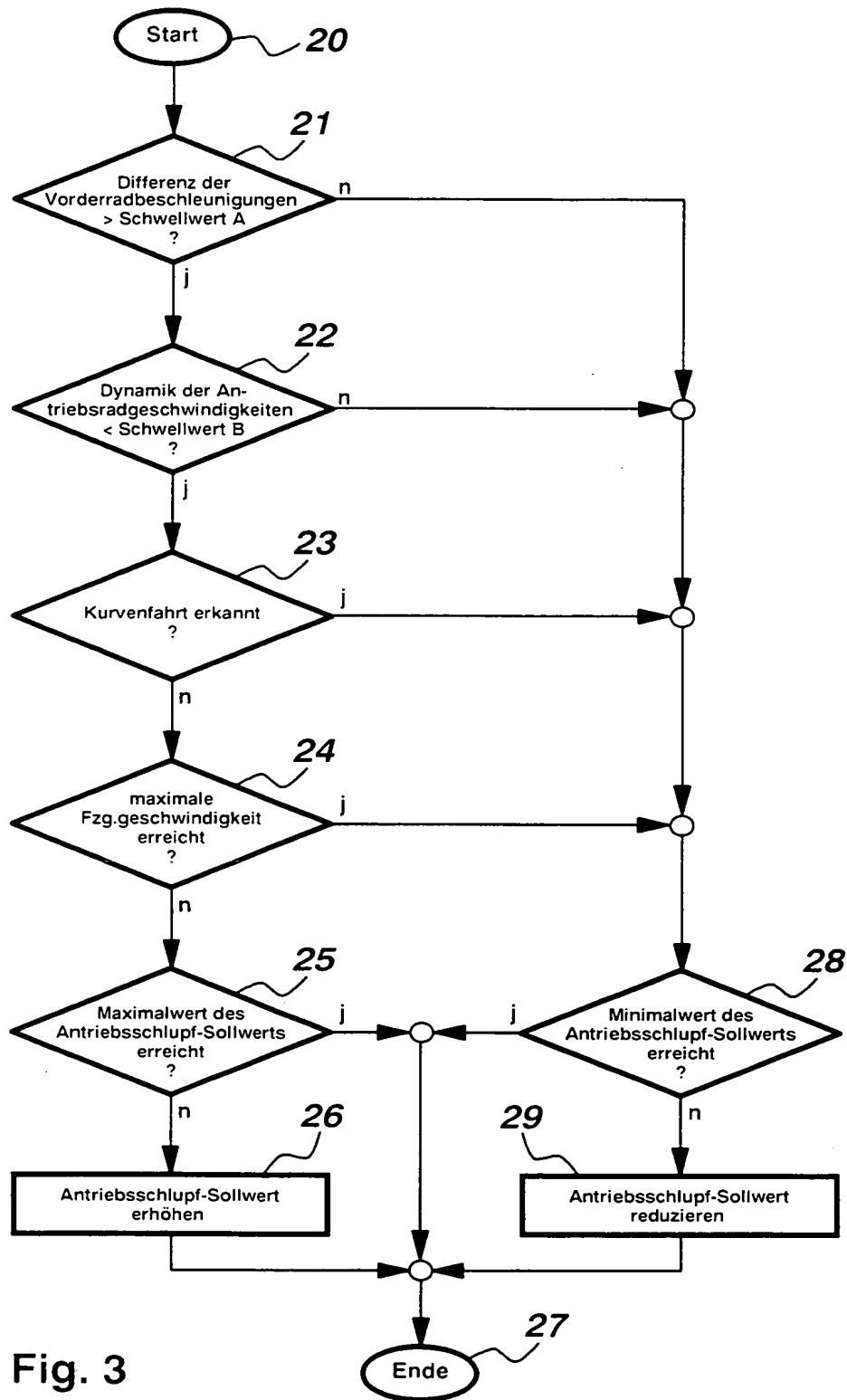


Fig. 3